

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-206100

(43)公開日 平成11年(1999)7月30日

(51)Int.Cl.⁶
H 02 K 41/03
41/02

識別記号

F I
H 02 K 41/03
41/02

A
A

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-14957

(22)出願日 平成10年(1998)1月9日

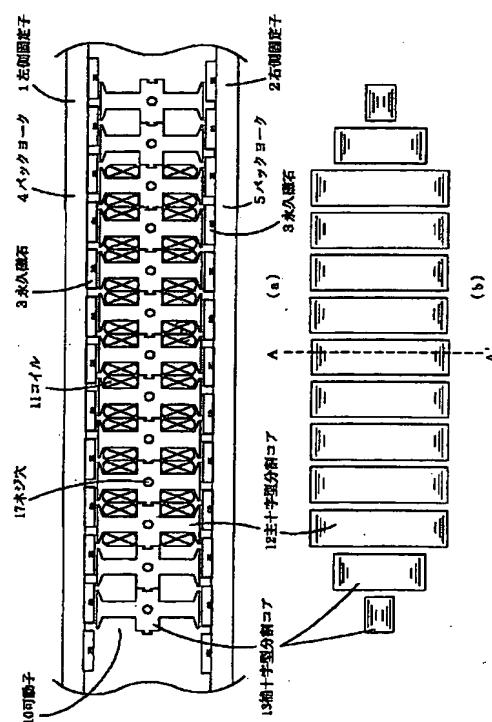
(71)出願人 000006622
株式会社安川電機
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(72)発明者 鹿山 透
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
株式会社安川電機内
(72)発明者 宮本 恭祐
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
株式会社安川電機内
(72)発明者 筒井 幸雄
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
株式会社安川電機内

(54)【発明の名称】 リニアモータ

(57)【要約】

【課題】 コストを上げることなくコギング力と発熱を減らしてリニアモータの性能を向上する。

【解決手段】 対向する永久磁石列を持つ固定子の間を可動子が走行するリニアモータにおいて、可動子10を、コイル11を巻回した主分割コア12とコイルを巻回しない補分割コア13を機械的に結合して構成し、補分割コア13を主分割コア12と同じか又は類似の形状の磁性鋼板を積層して形成する。そして主分割コア12に近いところから遠ざかるにしたがって積厚を順に小さくする。磁性鋼板の形状は十字型とT字型とI字型の何れかとし、補分割コア13の長さの合計 $\leq (2 \times \text{極ピッチ})$ となるようにする。補分割コア13をソリッドの鉄心63とするときは、側面から見た形状を山形5角形とし、山形の高さ $\leq (2 \times \text{極ピッチ})$ とする。主分割コア12の個数を3の倍数とする。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】平行な2個のバックヨークの内側に対向する永久磁石が固着され、該永久磁石を移動方向に沿って順次異極となるよう前記2個のバックヨークにそれぞれ複数個配置された固定子と、

磁性鋼板を積み重ねて形成されコイルが巻回された複数個の分割コアを移動方向に並べて機械的に結合するとともに、前記分割コアの側面が前記永久磁石と対面するよう前記固定子の中央に配置されて移動方向に移動可能に支持された可動子と、からなるリニアモータにおいて、

前記可動子は、コイルが巻回された複数の主分割コアと、コイルが巻回されてなく前記主分割コアの両端に配置された補分割コアからなり、前記補分割コアが前記主分割コアと同じか又は類似した形状の磁性鋼板を積層して形成されているとともに、前記主分割コアに近いところから遠ざかるにしたがって前記補分割コアの積厚が順に小さくなっていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】前記磁性鋼板の形状が十字型とT字型とI字型の何れかであることを特徴とする請求項1記載のリニアモータ。

【請求項3】前記補分割コアの長さと個数は、
補分割コアの長さの合計 \leq （ $2 \times$ 極ピッチ）

となるように設定されていることを特徴とする請求項1または2記載のリニアモータ。

【請求項4】平行な2個のバックヨークの内側に対向する永久磁石が固着され、該永久磁石を移動方向に沿って順次異極となるよう前記2個のバックヨークにそれぞれ複数個配置された固定子と、

磁性鋼板を積み重ねて形成されコイルが巻回された複数個の分割コアを移動方向に並べて機械的に結合するとともに、前記分割コアの側面が前記永久磁石と対面するよう前記固定子の中央に配置されて移動方向に移動可能に支持された可動子と、からなるリニアモータにおいて、

前記可動子は、十字型の磁性鋼板を積層して形成したあとコイルが巻回された複数の主分割コアと、コイルが巻回されてなく前記主分割コアの両端に配置された鉄心からなり、側面から見た該鉄心の形状が5角形で山形をしていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項5】5角形の山形のところは

山の高さ \leq （ $2 \times$ 極ピッチ）

という関係となるよう形成されていることを特徴とする請求項4記載のリニアモータ。

【請求項6】主分割コアの個数が3の倍数であることを特徴とする請求項1ないし5の何れかのリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工作機テーブルの送りなどに用いられるリニアモータに関する。

2

【0002】

【従来の技術】従来のリニアモータには、本出願人がすでに出願した特願平9-82133号、特願平9-143016号に開示されているように、2個の固定子が対向し、その間を可動子が移動するというものがある。これらのリニアモータの可動子の構造は、予め分割コアにコイルを巻回した後、分割コア同士を連結したものとなっているため、スロット内の巻線占積率が高く、発熱の小さいことが特徴となっている。また、他の従来のリニアモータには、特開昭64-47260号に開示されているようなものがあり、可動子である電機子の鉄心を斜めに切り欠いてコギング力を低減するという効果が得られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、これらの従来技術には次のような問題があった。すなわち、本出願人が出願した特願平9-82133号、特願平9-143016号記載のリニアモータには、テーブル取り付け時のちょっとした不手際で可動子が傾き、左右ギャップにアンバランスが生じると、大きなコギング力が発生するという問題があった。さらに可動子両端の鉄心があるところと無いところではペーミアンスが大きく異なるので、これもコギング力を大きくする原因となり問題となっていた。また、特開昭64-47260号記載のリニアモータには、電機子の鉄心を磁性鋼板を積み重ねて形成する時、コギング力を低減するには形状の違うものを数種類用意しなければならず、積み重ね方も複雑となり、コスト高となっていた。さらにこのような一体の電機子コアではスロット内の巻線の占積率が小さく、大きな推力を必要とするときは発熱が大きくなつた。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するため、請求項1記載の本発明は、平行な2個のバックヨークの内側に対向する永久磁石が固着され、該永久磁石を移動方向に沿って順次異極となるよう前記2個のバックヨークにそれぞれ複数個配置された固定子と、磁性鋼板を積み重ねて形成されコイルが巻回された複数個の分割コアを移動方向に並べて機械的に結合するとともに、前記分割コアの側面が前記永久磁石と対面するよう前記固定子の中央に配置されて移動方向に移動可能に支持された可動子と、からなるリニアモータにおいて、前記可動子は、コイルが巻回された複数の主分割コアと、コイルが巻回されてなく前記主分割コアの両端に配置された補分割コアからなり、前記補分割コアが前記主分割コアと同じか又は類似した形状の磁性鋼板を積層して形成されているとともに、前記主分割コアに近いところから遠ざかるにしたがって前記補分割コアの積厚が順に小さくなっていることを特徴としている。請求項2に記載の発明は、前記磁性鋼板の形状が十字型とT字型とI字型の何れかであることを特徴としており、請求項3に記載の

(3)

3

発明は前記補分割コアの長さと個数は、補分割コアの長さの合計 \leq ($2 \times$ 極ピッチ)となるように設定されていることを特徴としている。

【0005】また請求項4に記載の発明は、平行な2個のバックヨークの内側に対向する永久磁石が固着され、該永久磁石を移動方向に沿って順次異極となるよう前記2個のバックヨークにそれぞれ複数個配置された固定子と、磁性鋼板を積み重ねて形成されコイルが巻回された複数個の分割コアを移動方向に並べて機械的に結合するとともに、前記分割コアの側面が前記永久磁石と対面するように前記固定子の中央に配置されて移動方向に移動可能に支持された可動子と、からなるリニアモータにおいて、前記可動子は、十字型の磁性鋼板を積層して形成したあとコイルが巻回された複数の主分割コアと、コイルが巻回されてなく前記主分割コアの両端に配置された鉄心からなり、側面から見た該鉄心の形状が5角形で山形をしていることを特徴としており、請求項5に記載の発明は、5角形の山形のところが、山の高さ \leq ($2 \times$ 極ピッチ)という関係となるよう形成されていることを特徴とし、請求項6に記載の発明は、主分割コアの個数が3の倍数であることを特徴としている。上記の各手段により、可動子の両端の分割コアが永久磁石に対して階段状に並ぶのでコギング力を低減することができる。このように上記手段を用いてコギング力を低減するときは、分割コアを形成するときに同一形状の磁性鋼板の枚数(積厚)を変えるだけによいが、あるいは僅かの形状数の磁性鋼板の枚数(積厚)を変えるだけでよいので、加工工数を増やすことなくコギング力を小さくできる幅を自由に選択することができる。また、磁性鋼板を積層した可動子の両端の分割コアに代えて、斜めに切り欠いた鉄心を取り付けることによって、加工工数を抑えつつ、極ピッチで発生するコギング力を完全に消すことができる。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明の第1実施例のリニアモータの図面であり、(a)は上から見た要部断面図、(b)は可動子の横側端面の図である。図4(a)は図1(b)のA-A'面の要部断面図である。そしてこのリニアモータは8ポール9スロットを基本構成としている。図1において、4、5はバックヨークであり、磁極が交互になるよう複数の永久磁石3が並べて固着されている。永久磁石3を固着したバックヨーク4は左側固定子1をなし、永久磁石3を固着したバックヨーク5は右側固定子2をなし、2つの固定子の対向する永久磁石3が同極となるよう配置されている。13は十字型の磁性鋼板を積層して形成した補十字型分割コアであり、12は補十字型分割コア13と同じ磁性鋼板を積層して形成した後、コイル11を巻回した主十字型分割コアである。9個の主十字型分割コア12と4個の補十字型分割

4

コアは互いに勘合する凹凸部によって機械的に固定されており、補十字型分割コア13は主十字型分割コア12から離れるにつれ磁性鋼板の積厚が小さくなっている。主十字型分割コア12と補十字型分割コア13は上下に可動子上部材14と可動子下部材15で挟まれており、主十字型分割コア12と補十字型分割コア13の中央に設けたネジ穴17を貫通するボルト16で互いに剛に固定され、可動子10をなしている。可動子上部材14には図示しない負荷が固定されるとともに、可動子10が図示しないガイドによって支持され、主十字型分割コア12及び補十字型分割コア13の両横側端面と2つの固定子1、2の永久磁石3との間の空隙が一定に保たれ、可動子10が固定子1、2に対して長手方向に移動可能となっている。

【0007】図2は本発明の第2実施例のリニアモータの図面であり、(a)は上から見た要部断面図、(b)は可動子の横側端面の図である。図4(b)は図2(b)のA-A'面の要部断面図である。そしてこのリニアモータも8ポール9スロットを基本構成としている。この実施例が前記第1実施例と異なるのは、主分割

コア12と補分割コア13を、T字型の磁性鋼板を使って形成した主T字型分割コア22と補T字型分割コア23に置き換えたことと、それに伴うコイルの巻回の仕方にあり、その他については第1実施例と同じである。図3は本発明の第3実施例のリニアモータの図面であり、(a)は上から見た要部断面図、(b)は可動子の横側端面の図である。図4(c)は図3(b)のA-A'面の要部断面図である。そしてこのリニアモータも8ポール9スロットを基本構成としている。この実施例が前記第1及び第2実施例と異なるのは、可動子10の主分割コア12、22と補分割コア13、23を、I字型の磁性鋼板を使って形成した主I字型分割コア32と補I字型分割コア33に置き換えたことと、2つの固定子の対向する永久磁石3を異極となるように配置したこと、さらに主I字型分割コア32に合わせたコイルの巻回の仕方にあり、その他については第1及び第2実施例と同じである。

【0008】図5は本発明の第4実施例のリニアモータの図面であり、(a)は上から見た要部断面図、(b)は可動子の横側端面の図である。この実施例が前記第1実施例と異なるのは、可動子10の補十字型分割コア53を主十字型分割コア52よりも長さを短かくして点にあり、その他については第1実施例と同じである。以上の4つの実施例において、主分割コア12、22、32、42の前後に設けた補分割コア13、23、33、43の長さと個数は

補分割コアの長さの合計 \leq ($2 \times$ 極ピッチ)となるよう設定されている。図6は本発明の第5実施例のリニアモータの図面であり、(a)は上から見た要部断面図、(b)は可動子の横側端面の図である。この実

(4)

5

施例が前記第1実施例と異なるのは、可動子10の補十字型分割コア13に代えて、斜めに切欠いた鉄心を設け、その側面の形状を山形をした5角形とした点にある。そして5角形の山形のところは

山の高さ \leq （2×極ピッチ）

という関係となるよう形成されている。前記の幾つかの実施例では主分割コアの個数を9として説明したが、であるため、3の倍数になればよく、9に限定されるものではない。前記の各実施例によると、可動子の長手方向両端の補分割コアが永久磁石に対して階段状に並ぶので、コギング力を低減することができる。実施例1ないし3の場合は、分割コアを形成するときに主分割コアと同一形状の磁性鋼板を用いて枚数（積厚）を変えるだけでよいので、加工工数を増やすことなくコギング力を小さくすることができる。実施例4の場合には、主分割コアとは別に準備する異なる形状の補分割コアは1種類のみでよく、その枚数（積厚）を変えるだけで補分割コアを構成できて、同じく加工工数をむやみに増やすことなくコギング力を小さくすることができる。このように、分割コアの形状や配置などに応じて必要な積厚にするのは容易なことであり、工数を増やすことなく設計の自由度を高められるのである。

【0009】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、可動子10の長手方向の両端付近では、主分割コアから両端に向うにつれて永久磁石3に対面する鉄心の面積が減少しているので、リニアモータのコギング力が小さくなるのである。また、可動子10の両端部の補分割コアを製作するとき、実施例1ないし3については可動子の中央の分割コアと同じ形状の磁性鋼板の枚数（積厚）を変えるだけでよいので、コストを上げることなくコギング

6

力を小さくすることができ、また積厚を自由に設定することができるので設計変更が容易であるという利点を有している。さらに、可動子の鉄心を分割コアで構成した実施例では、スロット内の巻線占積率が高く、発熱が小さく抑えられるという利点も持っている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のリニアモータの構造図

【図2】本発明の第2実施例のリニアモータの構造図

【図3】本発明の第3実施例のリニアモータの構造図

10 【図4】第1ないし第3実施例のリニアモータの要部断面図

【図5】本発明の第4実施例のリニアモータの構造図

【図6】本発明の第5実施例のリニアモータの構造図

【符号の説明】

1 左側固定子

2 右側固定子

3 永久磁石

4、5 バックヨーク

10、20、30、50、60 可動子

20 11、21、31、51、61 コイル

12、52、62 主十字型分割コア

13、53 補十字型分割コア

17、27、37、57、67 ネジ穴

14、24、34 可動子上部材

15、25、35 可動子下部材

16、26、36 ボルト

22 主T字型分割コア

23 補T字型分割コア

32 主I字型分割コア

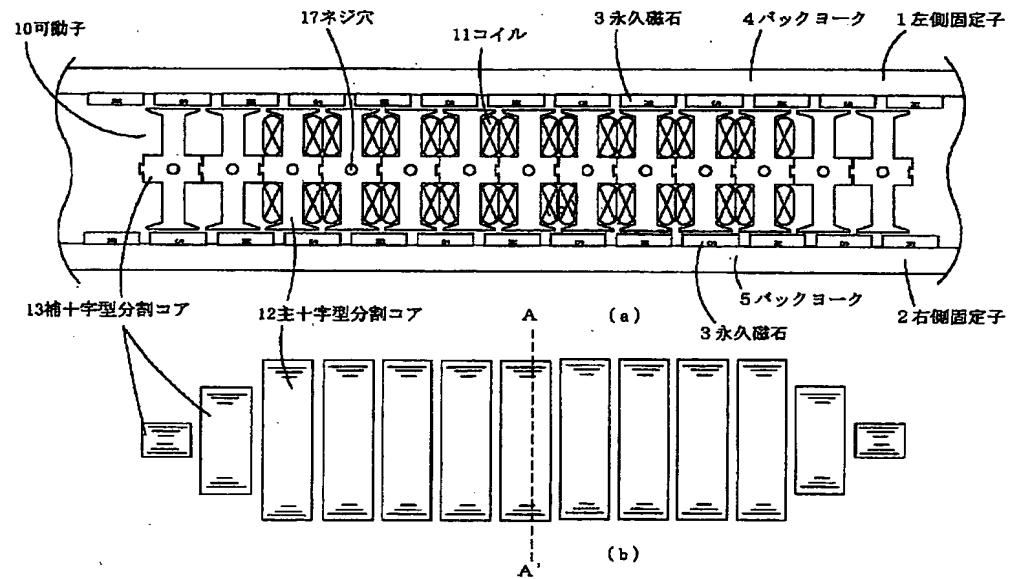
33 補I字型分割コア

63 斜めに切欠いた鉄心

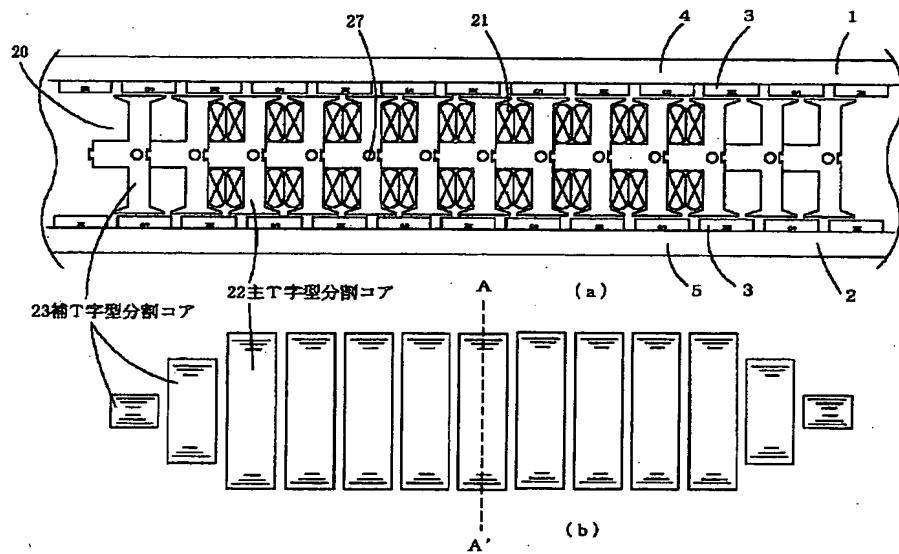
30

(5)

【図1】

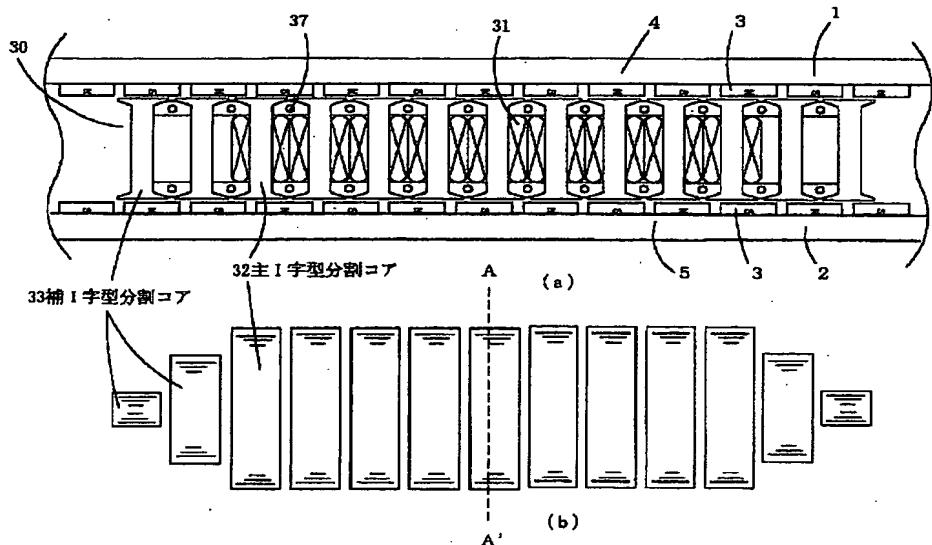


【図2】

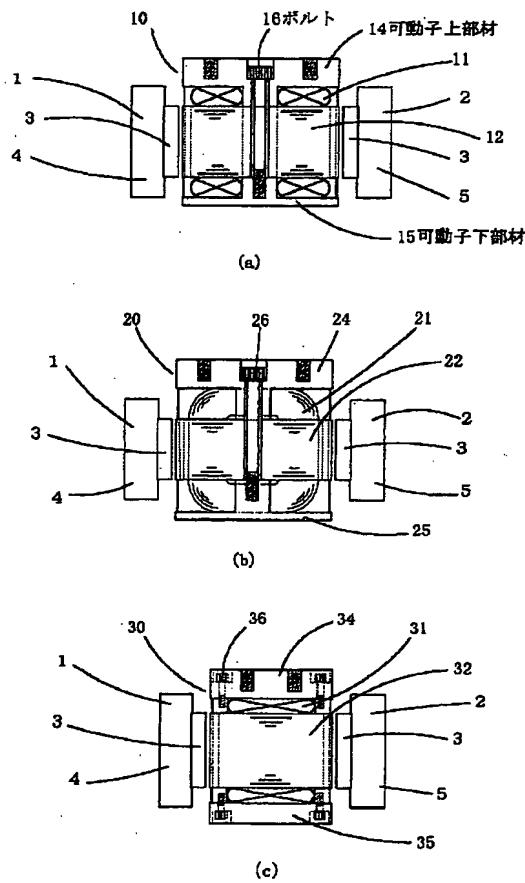


(6)

【図3】

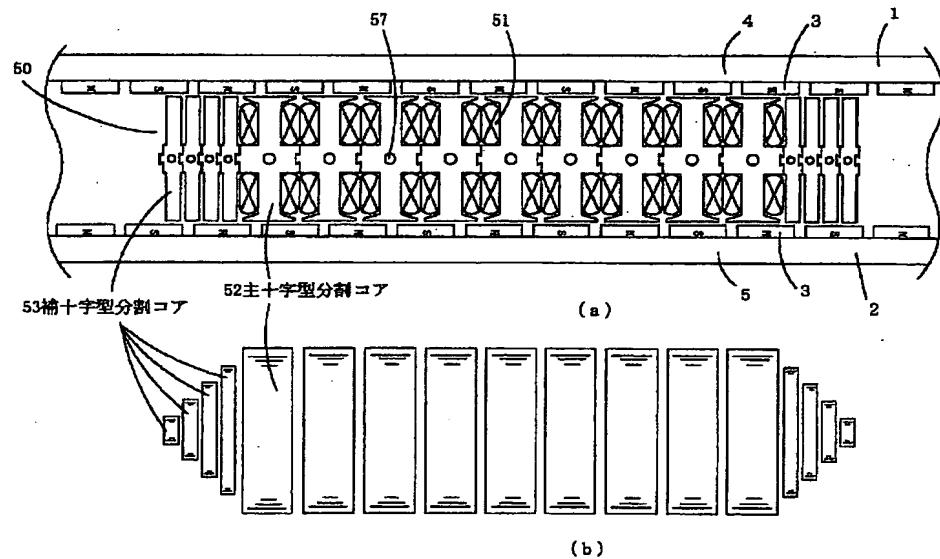


【図4】



(7)

【図5】



【図6】

